

## RAPPORT

# Waterveiligheid Kijkduin 'Duinhil'

Duinveiligheidsanalyse en verkenning inpassing zand

Klant: Argentum vastgoed B.V.

Referentie: BJ4582-101-102-RHD-XX-XX-RP-X-0003

Status: Definitief/01

Datum: 6 maart 2024



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85  
3068 AX Rotterdam  
Netherlands  
Water & Maritime

+31 88 348 90 00 **T**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Waterveiligheid Kijkduin 'Duinhil'

Sub titel: Duinveiligheidsanalyse en verkenning inpassing zand

Referentie: BJ4582-101-102-RHD-XX-XX-RP-X-0003

Uw kenmerk

Status: Definitief/01

Datum: 6 maart 2024

Projectnaam: Kijkduin - planologie Duinhil

Projectnummer: BJ4582-101-102

Auteur(s):

Opgesteld door:

Gecontroleerd door:

Datum: 6 maart 2024

Goedgekeurd door:

Datum: 6 maart 2024

Classificatie

Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.*



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Duinveiligheidsmodel</b>	<b>3</b>
3.1	Aanpassingen Profiel	3
3.2	Hydraulische belastingen	4
<b>4</b>	<b>MorphAn resultaten</b>	<b>6</b>
4.1	BOI beoordeling	6
4.1.1	Basis	6
4.1.2	Extreme Storm	7
4.1.3	BKL	8
4.1.4	BKL met zeespiegelstijging	9
4.1.5	BKL met extreme zeespiegelstijging	10
4.1.6	Conclusie toetsing volgens BOI	11
4.2	Vervolganalyse waterveiligheid	13
<b>5</b>	<b>Zandinpassing</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Referenties</b>	<b>18</b>

## Tabellen

Tabel 3-1: Randvoorwaarden voor het duinveiligheidsmodel voor de projectlocatie	3
Tabel 3-2: Het zeespiegelstijgingsbereik op basis van het lage en hoge CO <sub>2</sub> klimaatscenario's van de KNMI en de toegepaste waarde.	5
Tabel 3-3: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2035 en de veranderingen voor de zichtjaren 2070 en 2220 voor de signaalwaarde van een 1 in 30.000 jaar storm. Het rekenpeil neemt de zeespiegelstijging mee.	5
Tabel 3-4: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2035 en de veranderingen voor de zichtjaren 2070 en 2220 voor de extreme condities van een 1 in 100.000 jaar storm. Het rekenpeil neemt de zeespiegelstijging mee.	5
Tabel 3-5: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2220 voor de condities van een 1 in 30.000 jaar storm voor het extreme zeespiegelstijging scenario van 2.5 meter.	5
Tabel 4-1: Overzicht model simulaties	6

Tabel 4-2: Overzicht model resultaat maatgevende parameters voor het zichtjaar 2220 voor de variërende simulaties.	12
Tabel 4-3: Overzicht van de veranderingen en de gevolgen op de waterveiligheid t.o.v. de vorige studie.	13
Tabel 5-1: Hoeveelheden vrijkomend zand en de verdeling over de verschillende locaties.	16
Tabel 5-2: Overzicht van de ecologische bureaustudie	17

## Figuren

Figuur 3-1: De inpassing van de kelder van het 'Duinhil' project in het JarKus profiel. Het voorbeeld is hier gegeven voor het jaar 2023, eenzelfde toepassing is gedaan voor andere jaren	3
Figuur 3-2: De aanpassingen in het profiel om het op te lijnen met de BKL (zwarte stippellijn), BKL met zeespiegelstijging (zwarte streep-stippel lijn) en BKL met extreme zeespiegelstijging (rode streep-stippel lijn).	4
Figuur 4-1: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) voor een 1 in 30.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.	7
Figuur 4-2: Tijdanalyse van de MorphAn resultaten voor de JarKus-raai 105.92.	7
Figuur 4-3: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 uit 2012 en 2023 voor een 1 in 100.000 jaar storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien	8
Figuur 4-4: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met BKL-aanpassing voor een 1 in 100.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.	9
Figuur 4-5: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met BKL-aanpassing en een meegroeiend strand voor een 1 in 100.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.	10
Figuur 4-6: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met BKL-aanpassing onder extreme zeespiegel scenario voor een 1 in 100.000 jaar storm. Het bovenste figuur gaat uit van een niet meegroeiend strand en het onderste figuur gaat uit van een meegroeiend strand. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.	11
Figuur 4-7: AHN van de project locatie met in roze de kruin van het huidige grensprofiel [4].	12
Figuur 4-8: Inpassing volgens de vorige studie met de relatie tussen znat en de inpassing van het grensprofiel landwaarts	13
Figuur 4-9: Morfologische veranderingen in JarKus-raai 105.92 van 2011 tot 2023	14
Figuur 4-10: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met verlaagde eerste duinenrij voor een 1 in 100.000 jaar storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.	15
Figuur 5-1: Zand inpassingen vrijgekomen zand van ontwikkelingen omgeving Kijkduin en onderzochte locatie voor de additionele vrijkomende hoeveelheid zand [3].	16

Figuur 5-2: Kaart van de omgeving rond het hotel met links de AHN als ondergrond en rechts de Natura2000 habitat types 17

## Bijlagen

No table of contents entries found.

## 1 Introductie

Er wordt inmiddels al enkele jaren gewerkt aan de herontwikkeling van het huidige Atlantic Hotel in Kijkduin. Hier is een nieuw plan voor ontworpen, plan Duinhil, dat uitgaat van volledige sloop en vervolgens nieuwbouw. Onder het gebouw komt een parkeervoorziening, het oppervlak en de diepte van deze nieuwe parkeerkelder is groter dan in de eerdere plannen.

Het eerdere plan ging uit van verdieping van een deel van de bestaande parkeerkelder van het hotel. In 2018 is op dit plan een analyse van de duinveiligheid uitgevoerd, gerapporteerd in 'Waterveiligheid parkeergarage Atlantic Hotel' [Arcadis 2018]. De conclusie was dat de kelder door de duinwaterkering heen snijdt en dat er maatregelen getroffen moeten worden om buiten het hotel om voldoende grensprofiel (minimale afmeting duinwaterkering) te creëren door het aanbrengen van extra zand. Een inpassingsplan is toen ontworpen waarmee rond de noord- en zuidoostelijke zijde van het hotel met extra zand een nieuw grensprofiel is vormgegeven. Daarmee werd tevens voldaan aan de andere eis vanuit duinveiligheid dat zand dat ontgraven wordt in het duin - in dit geval ten behoeve van de parkeerkelder – ook weer binnen dit kustprofiel wordt teruggebracht.

Het plan is inmiddels gewijzigd waarbij de parkeerkelder nu over een groter oppervlak en tot een grotere diepte is voorzien. Hierdoor neemt enerzijds de mate waarin de kelder in het duin insnijdt toe, anderzijds neemt ook het ontgraven volume zand toe ten opzichte van het eerdere plan. Dit zand moet ook binnen het kustprofiel worden teruggebracht op een nog te bepalen locatie.

Het doel van deze studie is om de impact van het project op de waterveiligheid te minimaliseren en voldoende waterveiligheid te garanderen. Hieronder valt ook het een eerste verkennende analyse voor het inpassen van het vrijgekomen zand in de nabijheid van de projectlocatie.

In het volgende hoofdstuk 2 is de gevolgde methode toegelicht waarna de hoofdstukken 3 en 4 ingaan op respectievelijk het in de analyse gehanteerde duinveiligheidsmodel en de uitkomsten van deze analyse. Vervolgens beschrijft hoofdstuk 5 de eerste verkenning van locaties in de directe nabijheid van de projectlocatie waar het ontgraven zand ingepast kan worden. Hoofdstuk 6 geeft de samenvattende conclusie.

## 2 Methode

In deze studie wordt de wettelijke bepaalde methode voor het toetsen van waterkeringen toegepast. Deze methode is vastgelegd in het 2023 vernieuwde toetsingsinstrumentarium voor waterkeringen in Nederland, het Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium (BOI). Het BOI vervangt het voorgaande wettelijk instrumentarium voor de beoordeling van waterkeringen (WBI2017). In de huidige studie wordt de waterveiligheidsbeoordeling voor een zandige waterkering uitgevoerd en daarom is de handleiding Overstromingskans zandige waterkeringen van belang [1]. De hierin beschreven methode wordt grotendeels uitgevoerd in het duinveiligheidsmodel uit de analyse tool MorphAn [2]. Het duinveiligheidsmodel bestaat uit drie sub-modellen die hieronder kort worden toegelicht.

- **Xbeach erosiemodel:** Numeriek erosiemodel dat de duinafslag voor een kustprofiel berekent op basis van gemodelleerde fysieke processen aan de hand van een tijdsafhankelijk stormverloop.
- **Grensprofielmodel:** Het grensprofiel is een mate voor de rest sterkte van het duinlichaam die het nodig heeft om de niet door Xbeach gemodelleerde vervolprocessen mee te nemen. De inpassing van het grensprofiel verzekert dat deze vervolprocessen als verwaarloosbaar kunnen worden beschouwd. Dit model past het grensprofiel in het afslagprofiel uit de Xbeach erosieberekeningen.
- **Tijdanalysemodel:** Het tijdanalysemodel herhaalt de vorige twee stappen voor verschillende jaren (~15 jaar) waar het invoerprofiel varieert over de jaren. Het tijdanalysemodel zorgt hierdoor voor continuïteit van de inpassing van het grensprofiel.

Voor verdere details over deze methode kunnen de relevante handleidingen geraadpleegd worden [1] [2]. Naast de beoordeling via het duinveiligheidsmodel, is het van belang om de ontwikkelingen van het gebied ruimtelijk en door de tijd te bekijken. In de vervolparagrafen wordt verder ingegaan op studiespecifieke modelinvoer en -analyses.

### 3 Duinveiligheidsmodel

In de huidige paragraaf wordt de opzet van het duinveiligheidsmodel in MorphAn verder beschreven. De randvoorwaarden benodigd voor een specifieke locatie bestaan uit het kustprofiel, de hydraulische belastingen en de lokale D50. Tabel 3-1 laat een overzicht zien van de invoergegevens voor het duinveiligheidsmodel van deze studie. Daarnaast worden de aanpassingen in het kustprofiel als gevolg van het project en de veranderingen in de kustlijn toegelicht.

Tabel 3-1: Randvoorwaarden voor het duinveiligheidsmodel voor de projectlocatie

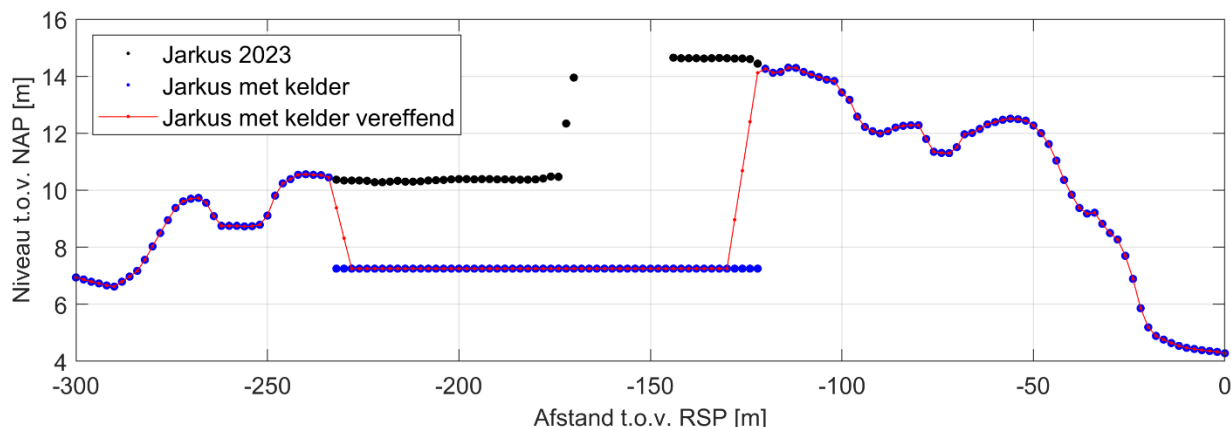
Randvoorwaarden	Data
Profiel	JarKus-raai (Jaarlijkse kustmeting rijkswaterstaat) 105.92 voor jaren 2011 - 2023 aangepast op basis van projectontwikkeling en morfologische ontwikkeling gebied (paragraaf 3.1)
Hydraulische belastingen	Hydraulische belastingen voor JarKus-raai 105.92 op basis van Riskeer (paragraaf 3.2)
D50 (mediane diameter sediment)	D50 voor JarKus-raai 105.92 bijgesloten in het MorphAn model

#### 3.1 Aanpassingen Profiel

De JarKus-raai 105.92 ligt op de projectlocatie en deze metingen zijn als basis gebruikt voor het gehanteerde profiel in de duinveiligheidsanalyse. Het JarKusprofiel moet worden aangepast aan de hand van de veranderingen als gevolg van het project en de veranderingen in de locatie van de kustlijn.

##### Inpassing project

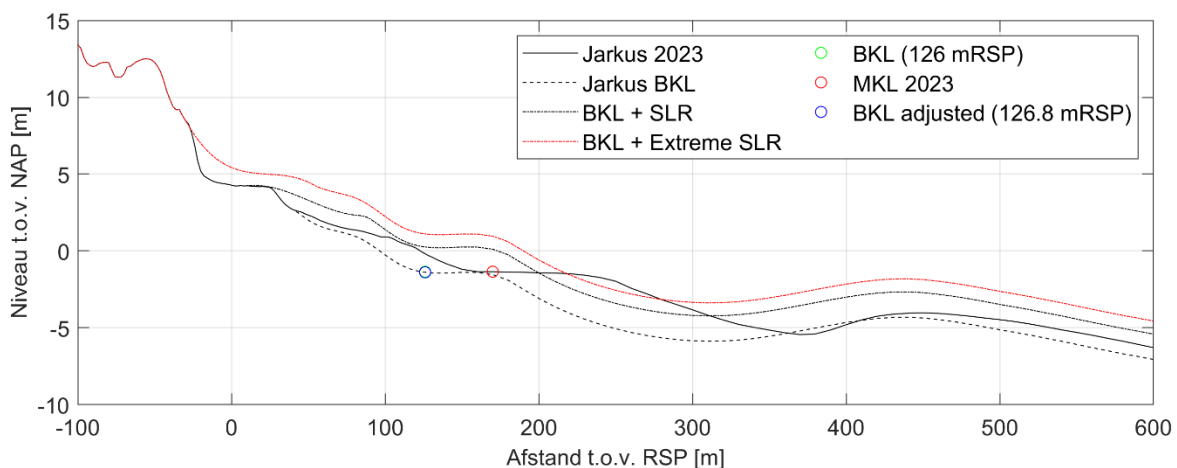
Het project (aanleg kelder) wordt ingepast door het verlagen van de bodem tot het laagste niveau (NAP +7.25 m) waarop zand wordt ontgraven op de locatie van het project. Deze manier van inpassen is gelijk aan de vorige studie voor de ontwikkelingen in de omgeving [3]. Figuur 3-1 laat de originele JarKus-raai zien (zwarte punten) en de aanpassingen door de inpassing van het project (blauwe punten). Daarnaast is er een vereffening toegepast op de overgangen van duin naar project (rode lijn in Figuur 3-1). Deze aanpassing is gedaan, omdat het model zo'n abrupte overgang niet goed kan verwerken.



Figuur 3-1: De inpassing van de kelder van het 'Duinhil' project in het JarKus profiel. Het voorbeeld is hier gegeven voor het jaar 2023, eenzelfde toepassing is gedaan voor andere jaren

### Aanpassing locatie kustlijn

Naast de inpassing van het project, is het van belang om naar de positie van de kustlijn te kijken. Hiervoor zijn maatgevende parameters opgesteld door Rijkswaterstaat. Het is belangrijk om naar de huidige kustlijnpositie te kijken, bekend als de momentane kustlijn (MKL), en naar de basiskustlijn (BKL). De BKL is een positie van de kustlijn die wordt onderhouden door Rijkswaterstaat. De BKL is dus een gegarandeerde kustlijnpositie en de afstand die de MKL verder zeewaarts ligt kan worden gezien als slijtlaag. Daarom wordt er ook gerekend met een aangepast profiel zodat de MKL in lijn is met de BKL (zwarte stippellijn in Figuur 3-2). Als laatste is het van belang om het meegroeien van het strand met de zeespiegelstijging mee te nemen in de toekomstscenario's (zwarte en rode streep-stippel lijn in Figuur 3-2). Hierin wordt uitgegaan dat Rijkswaterstaat het strand suppleert om zo de BKL met zeespiegelstijging mee te kunnen laten stijgen.



Figuur 3-2: De aanpassingen in het profiel om het op te lijnen met de BKL (zwarte stippellijn), BKL met zeespiegelstijging (zwarte streep-stippel lijn) en BKL met extreme zeespiegelstijging (rode streep-stippel lijn).

## 3.2 Hydraulische belastingen

Het is van belang de juiste hydraulische randvoorwaarden toe te passen voor de toetsing van waterkeringen. De vorige studie [4] ging uit van hydraulische belasting op basis van het WBI2017 met de toeslag voor zichtjaren 2050 en 2200 op basis van het TAW2002b [5]. Recentelijk, zijn de methodes voor de hydraulische belastingen vernieuwd en aan de hand hiervan worden de randvoorwaarden afgeleid. De nieuwe methodes hebben geen voorgeschreven rekenmethode met betrekking tot de toeslag voor toekomstscenario's. Echter, in het Kennisprogramma Zeespiegelstijging [6] is een methode gebruikt die ook door het Informatiepunt Leefomgeving (IPLO) als gewenste methode wordt gezien. Deze methode hanteert een toeslag op de golfhoogte van 2% per m zeespiegelstijging en de piekperiode met 0.1s per m zeespiegelstijging.

De zeespiegelstijging wordt bepaald op basis van de meest recente klimaatscenario's van het KNMI [7]. Het KNMI houdt rekening met verschillende klimaatscenario's aan de hand van een lage of hoge CO<sub>2</sub> uitstoot en een natte of droge toekomst. Voor de zeespiegelstijging is alleen de CO<sub>2</sub> uitstoot van belang. Voor de huidige studie wordt voor beide gevallen het hoge CO<sub>2</sub> scenario gebruikt.

Tabel 3-2: Het zeespiegelstijgingsbereik op basis van het lage en hoge CO<sub>2</sub> klimaatscenario's van de KNMI en de toegepaste waarde.

	Huidig-2050	2050-2100	2100-toekomst
Tempo van zeespiegelstijging op basis van klimaatscenario's KNMI	3 mm/jaar	3 tot 5 mm/jaar	-1 tot 11 mm/jaar
Zeespiegelstijging toegepast	3 mm/jaar	5 mm/jaar	11 mm/jaar

Voor de huidige hydraulische belasting wordt volgens het BOI, gebruik gemaakt van de software 'Riskeer' die voor alle JarKus-raaien de HB kan afleiden. Tabel 3-3 laat de golfcondities zien voor de verschillende zichtjaren voor de signaalwaarde die hoort bij het traject rondom de project locatie. Voor de zichtjaren is het rekenpeil aangepast op basis van de zeespiegelstijging waardes uit Tabel 3-2. Daarnaast zijn de golfhoogte en piekperiode aangepast aan de hand van 2 % en 0.1 s toeslag per meter zeespiegelstijging, respectievelijk.

Tabel 3-3: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2035 en de veranderingen voor de zichtjaren 2070 en 2220 voor de signaalwaarde van een 1 in 30.000 jaar storm. Het rekenpeil neemt de zeespiegelstijging mee.

Parameter	2035	2070	2220
Rekenpeil [m NAP]	6.00	6.18	7.65
Significante golfhoogte [m]	8.33	8.36	8.61
Piekperiode [s]	13.50	13.52	13.67

De zeespiegelstijging scenario's worden met exponentieel toenemende maten onzekerder wanneer het zichtjaar toeneemt [7]. Daarnaast zorgen de aannames over de veranderingen in golfcondities als gevolg van zeespiegelstijging en een veranderend klimaat ook voor een toename in onzekerheid. Vandaar wordt er ook gekeken naar een verhoogde terugkeertijd van 1 in 100.000 jaar storm (Tabel 3-4).

Tabel 3-4: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2035 en de veranderingen voor de zichtjaren 2070 en 2220 voor de extreme condities van een 1 in 100.000 jaar storm. Het rekenpeil neemt de zeespiegelstijging mee.

Parameter	2035	2070	2220
Rekenpeil [m NAP]	6.63	6.81	8.28
Significante golfhoogte [m]	8.71	8.74	9.00
Piekperiode [s]	13.95	13.97	14.12

Daarnaast wordt er ook gerekend met een extreem zeespiegelscenario gebaseerd op de mediaan van het zwaarste scenario (SSP5-8.5). De zeespiegelstijging loopt dan op tot 2.5 m in het jaar 2220 [7] en de bijbehorende waardes zijn gegeven in Tabel 3-5. In extreme scenario's van het KNMI kan de zeespiegelstijging oplopen tot 7.5 m [7]. Het is echter niet realistisch om dit mee te nemen in de huidige analyse, omdat dit vergaande en onvoorspelbare gevolgen zou hebben voor de kustdynamica en beleid.

Tabel 3-5: Hydraulische belasting op basis van Riskeer voor het huidige zichtjaar 2220 voor de condities van een 1 in 30.000 jaar storm voor het extreme zeespiegelstijging scenario van 2.5 meter.

Parameter	2220
Rekenpeil [m NAP]	8.5
Significante golfhoogte [m]	8.76
Piekperiode [s]	13.75

## 4 MorphAn resultaten

Het volgende hoofdstuk behandelt de resultaten en de interpretatie van de resultaten van het duinveiligheidsmodel. Paragraaf 4.1 behandelt de verschillende sets simulaties die uitgevoerd zijn voor de analyse van de waterveiligheid op de project locatie. Daarna gaat paragraaf 4.2 in op de vervolganalyse van de waterveiligheid.

### 4.1 BOI beoordeling

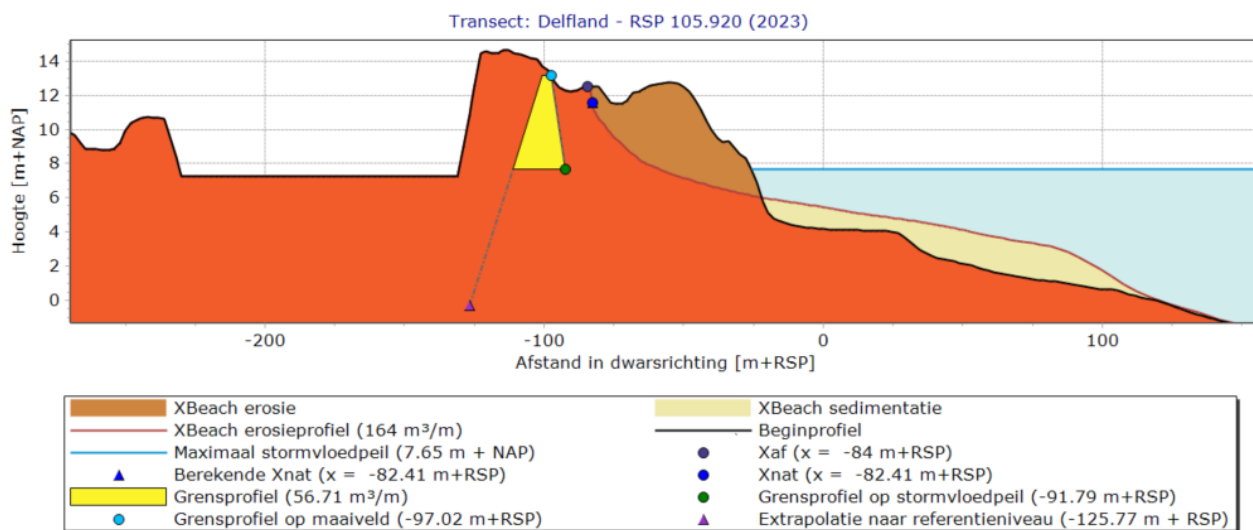
In deze paragraaf worden de verschillende sets model simulaties behandeld die zijn uitgevoerd. Tabel 4-1 laat een overzicht zien met de relevante invoerparameters en bijbehorende paragraaf in het rapport.

Tabel 4-1: Overzicht model simulaties

Onderwerp	Paragraaf	Terugkeertijd storm	Zichtjaren	Profiel	Jaren
Basis	4.1.1	1:30.000	2220	Origineel	2011-2023
Extreme storm	4.1.2	1:100.000	2220	Origineel	2023
BKL	4.1.3	1:100.000	2220	BKL	2023
BKL met meegroeiend strand	4.1.4	1:100.000	2220	BKL met meegroeiend strand	2023
BKL met extreme zeespiegelstijging	4.1.5	1:100.000	2220	BKL met extreme zeespiegelstijging	2023

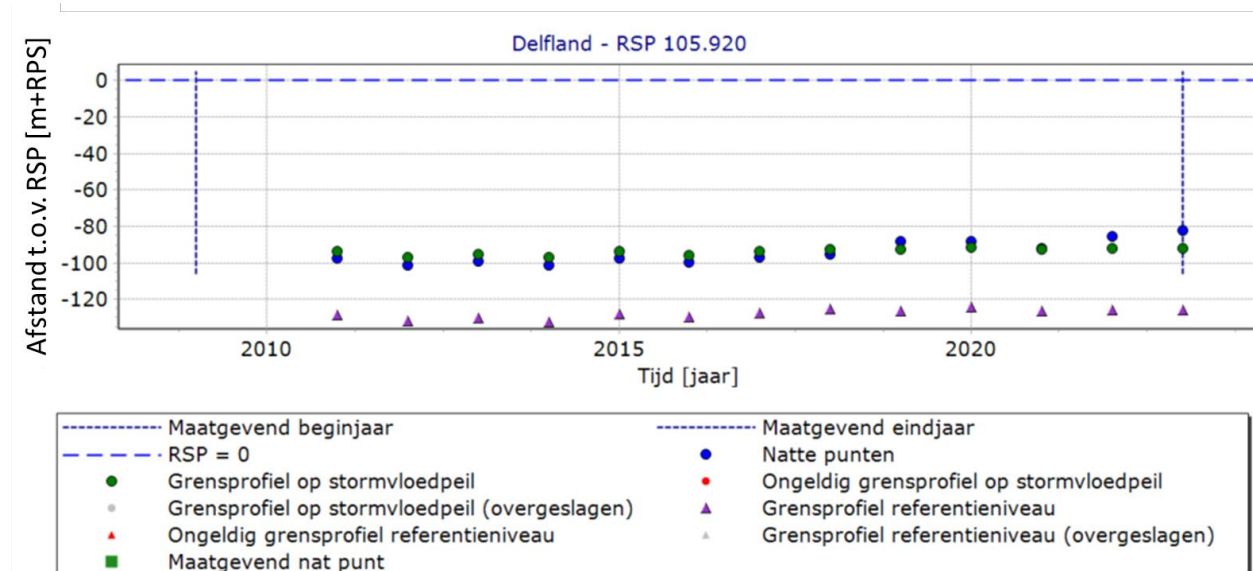
#### 4.1.1 Basis

De huidige paragraaf, basis, laat de volledige duinveiligheidsanalyse zien voor JarKus-raai 105.92 met de inpassing van het project voor de jaren 2011-2023. In deze analyse, is de enige aanpassing in het profiel de inpassing van het project en wordt er uitgegaan van een 1 in 30.000 jaar storm voor zichtjaar 2220. Figuur 4-1 laat het resultaat zien voor het meest recente profiel (2023) met de inpassing van het grensprofiel. De erosie houdt zich beperkt tot de eerste duinenrij waarvan nog ongeveer 40 m breedte over is. Daarnaast is er een relatief hoog maximale storm opzet ongeveer NAP +11.4 m. De inpassing van het klassieke grensprofiel is mogelijk zeewaarts van het project met speling aan beide kanten van het grensprofiel.



Figuur 4-1: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) voor een 1 in 30.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.

Het tijdanalyse model verzekert de zeewaartse inpassing van het grensprofiel over periode 2011 tot 2023 (Figuur 4-2). De locatie van het grensprofiel in de periode 2011 tot 2016 is relatief constant op ongeveer -100 m+RSP. In de daaropvolgende periode (2017-2023) is er een zeewaartse verplaatsing van het natte punt. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de resterende duinsterkte toeneemt over de periode 2017 tot 2023.

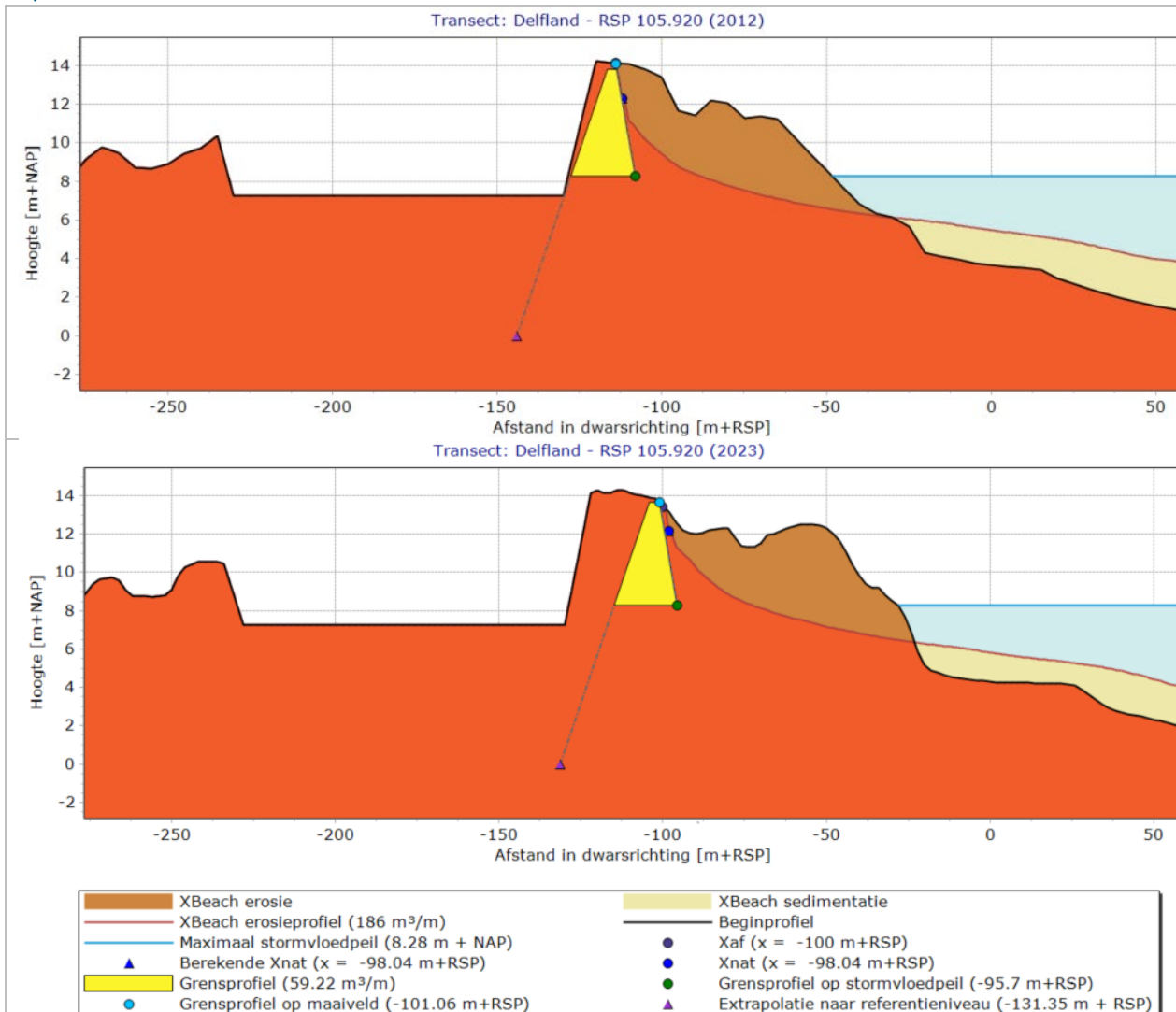


Figuur 4-2: Tijdanalyse van de MorphAn resultaten voor de JarKus-raai 105.92.

### 4.1.2 Extreme Storm

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd voor hetzelfde profiel en zichtjaar als de vorige paragraaf alleen beschouwen we nu een 1 in 100.000 jaar storm. Figuur 4-3 laat het MorphAn resultaat zien voor het jaar met de meeste (2012) en minste (2023) afslag. Hoewel in beide gevallen een gedeelte van de voorste duinenrij in stand blijft, is er voor het jaar 2012 te weinig ruimte om het grensprofiel in te passen. Het grensprofiel van 2012 snijdt door het vereffend deel in het profiel wat betekent dat het snijdt

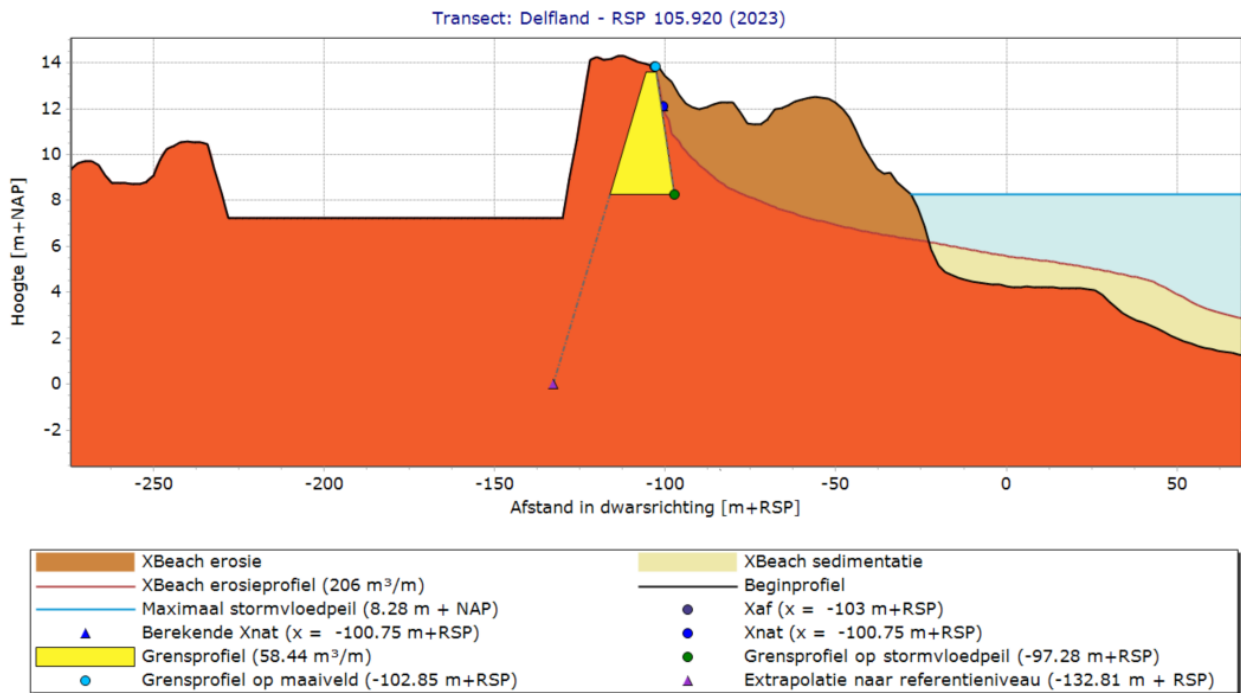
door de kelder van het project. Hierdoor kunnen we concluderen dat vóór 2017 het grensprofiel niet is in te passen en ná 2017 wel.



Figuur 4-3: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 uit 2012 en 2023 voor een 1 in 100.000 jaar storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien

### 4.1.3 BKL

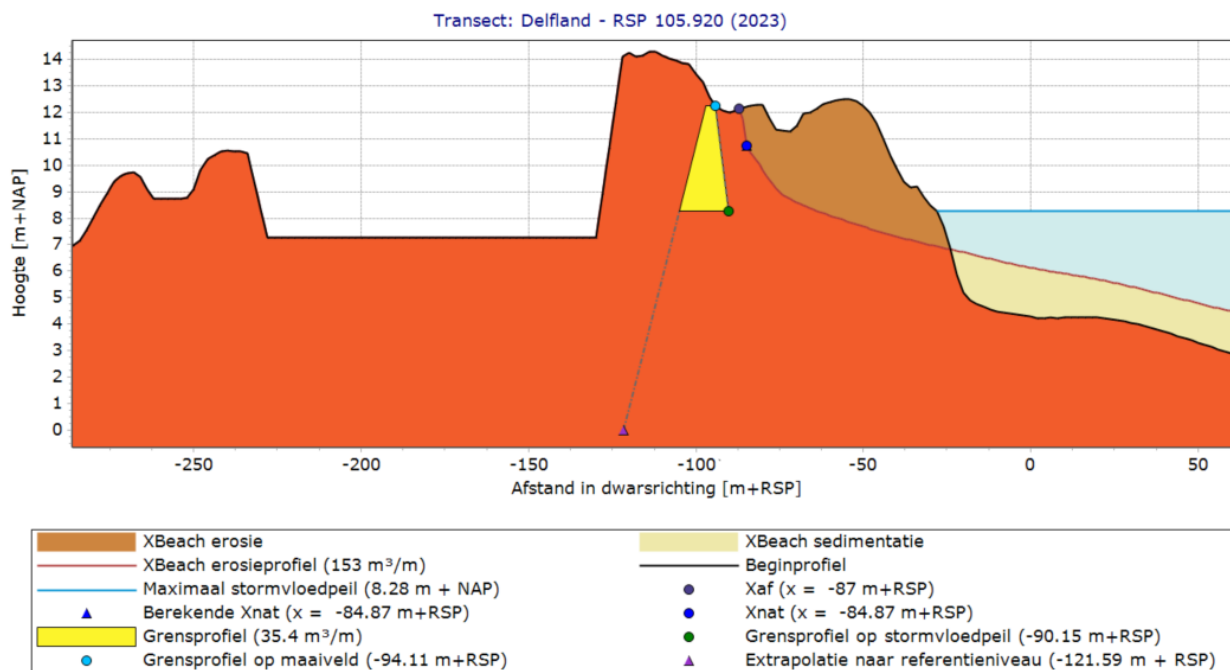
In de BKL simulatie wordt de JarKus-raai 2023 aangepast om overeen te komen met het BKL. In dit geval is de slijtlaag, van additioneel zand wat momenteel aanwezig is in de raai, weggehaald. Daarnaast wordt er gerekend met een 1 in 100.000 storm voor het jaar 2023 met een niet meegroeien strand. Het aangepaste profiel is te zien in Figuur 3-2. Het gevolg hiervan is een lagergelegen strand wat leidt tot extremere golfcondities aan de duinvoet. Deze modelopzet is een conservatieve benadering van de waterveiligheid door de extreme storm condities en het niet meegroeiende strand. De erosie in de situatie is toegenomen t.o.v. het originele profiel uit paragraaf 4.1.2. Echter, is het nog steeds mogelijk om het grensprofiel op eenzelfde manier in te passen met enkele meters speling.



Figuur 4-4: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met BKL-aanpassing voor een 1 in 100.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.

#### 4.1.4 BKL met meegroeiend strand

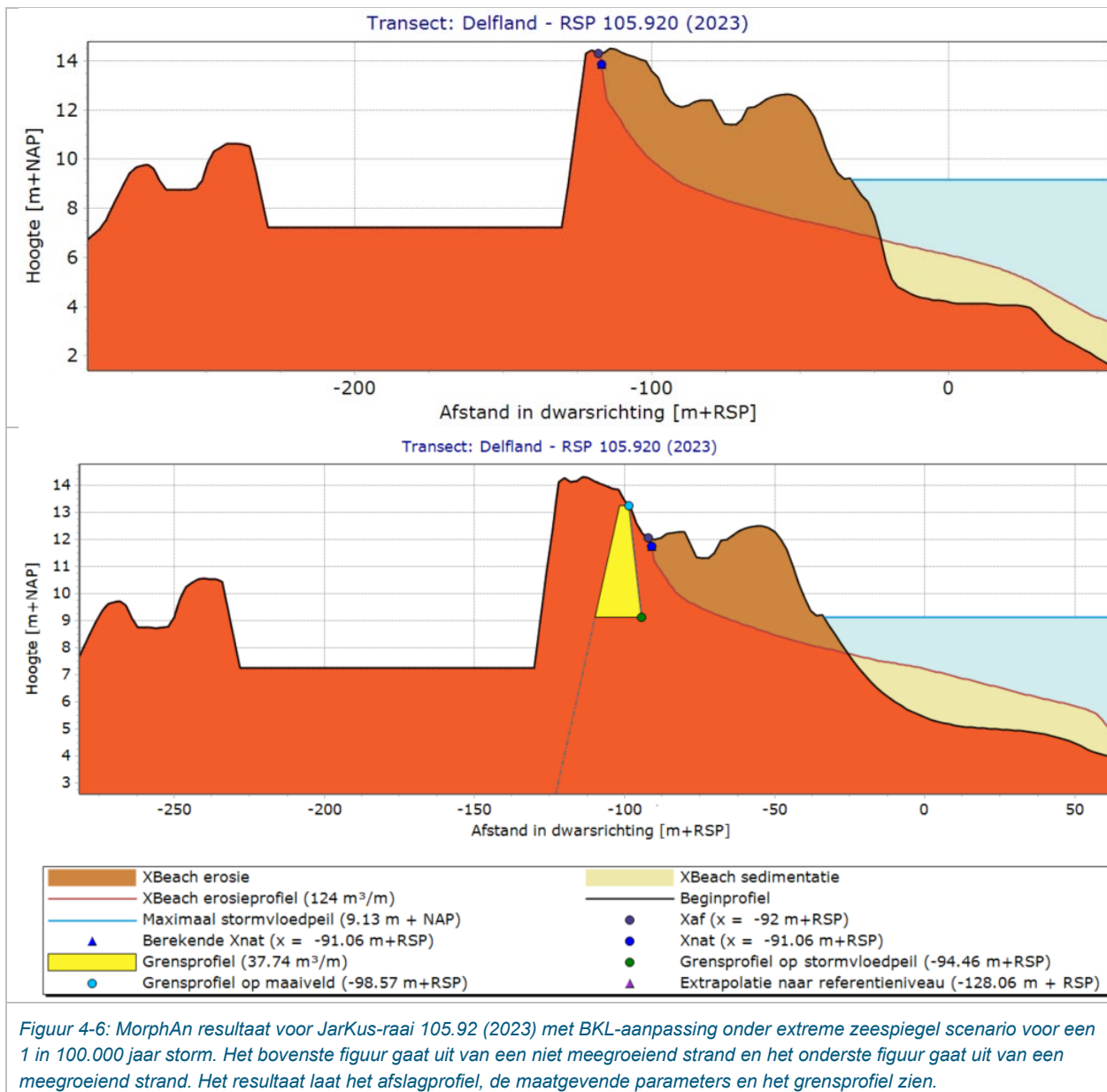
In deze paragraaf wordt de simulatie van de vorige paragraaf herhaald, alleen is er nu uitgegaan van een meegroeiend strand (Figuur 3-2). Hierdoor wordt verwacht dat de golven al meer energie verliezen op het hoger gelegen strand. Figuur 4-5 laat inderdaad een vermindering in erosie zien ten opzichte van de vorige paragraaf. Het is te verwachten dat het werkelijke resultaat ergens tussen Figuur 4-4 en Figuur 4-5 ligt afhankelijk van de veranderingen in het strandprofiel.



Figuur 4-5: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met BKL-aanpassing en een meegroeïend strand voor een 1 in 100.000 storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.

#### 4.1.5 BKL met extreme zeespiegelstijging

In deze paragraaf worden de simulaties uitgevoerd op het BKL profiel met en zonder meegroeïend strand voor een extreme zeespiegelstijging scenario van 2.5 m (Figuur 3-2). De situatie met een meegroeïend strand is verwacht om tot vergelijkbare golfcondities te leiden alleen hoger op de duin. In het geval van een niet meegroeïend strand is de verwachting dat er naast een golfaanval hoger in de duin ook hevigere golfcondities zullen plaatsvinden. In het geval van een meegroeïend strand is er een beperkt toename in erosie ten op zichten van het realistische zeespiegelstijging scenario, maar is het nog steeds mogelijk om het grensprofiel in te passen (onderste paneel in Figuur 4-6). In tegenstelling, het is niet meer mogelijk om het grensprofiel in te passen in het geval dat het strand niet meegroeit (bovenste paneel in Figuur 4-6). Het moet echter wel gezegd worden dat ondanks dit zeer conservatieve scenario (extreme zeespiegelstijging, geen meegroeïend strand, 1 in 100.000 jaar storm) de eerste duinenrij niet volledig erodeert. Het is te verwachten dat het werkelijke resultaat ergens tussen de twee scenario's in ligt afhankelijk van de veranderingen in het strand profiel.



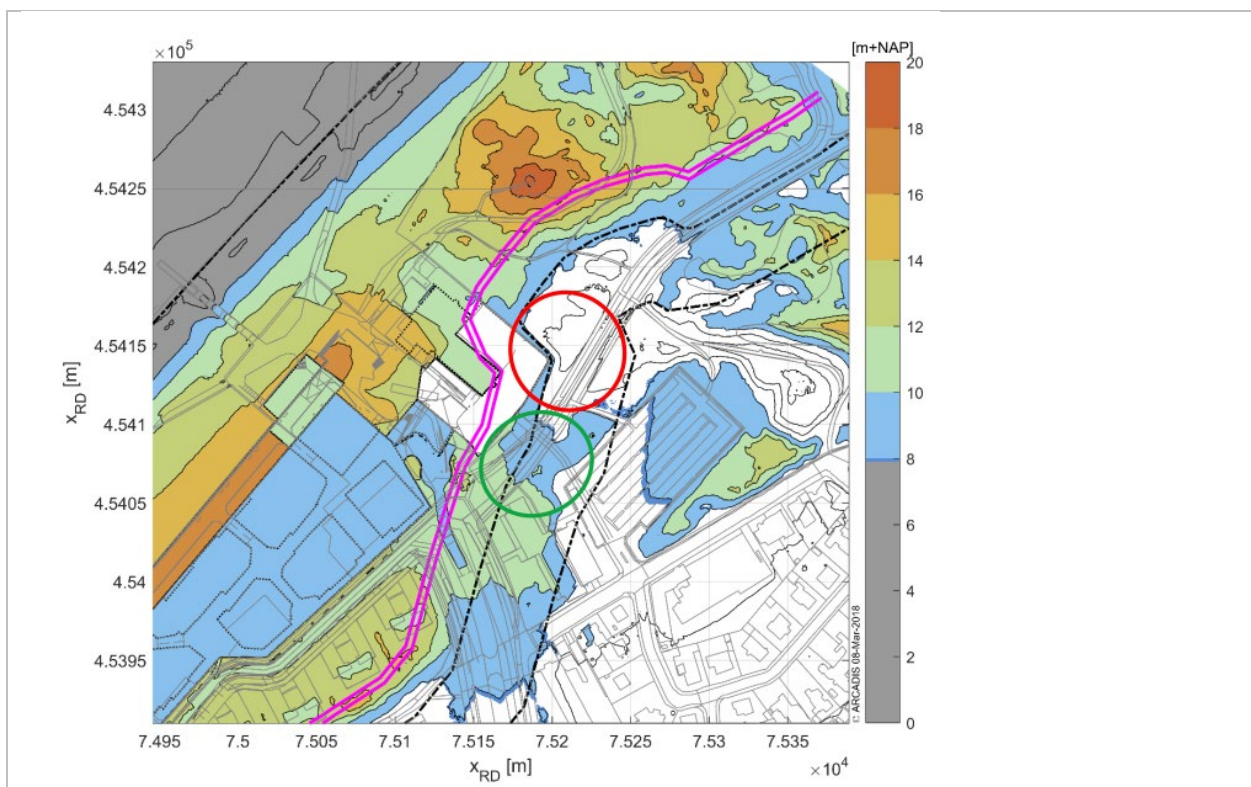
#### 4.1.6 Conclusie toetsing volgens BOI

Het duinveiligheidsmodel laat zien dat in bijna alle gevallen het grensprofiel zeewaarts van de projectlocatie in te passen is. Behalve in het meest conservatieve geval is het grensprofiel niet in te passen, hoewel er geen volledige erosie plaatsvindt van de eerste duinenrij. Tabel 4-2 laat het overzicht zien van de resultaten van de maatgevende modelparameters.

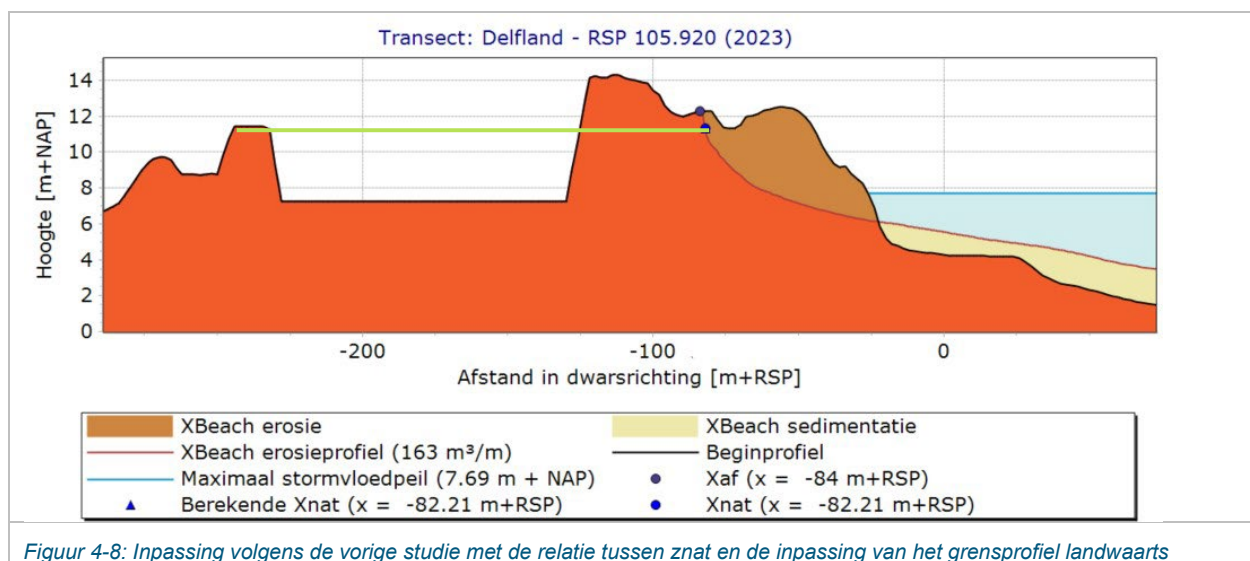
Tabel 4-2: Overzicht model resultaat maatgevende parameters voor het zichtjaar 2220 voor de variërende simulaties.

Onderwerp	Inpassing grensprofiel	Xaf [m]	Zaf [m]	Xnat [m]	Z_nat [m]	A [m3/m]
Basis	Ja	-84	12.3	-82.4	11.4	163.5
Extreme storm	Ja	-100	13.4	-98.0	12.1	186.4
BKL	Ja	-103	13.9	-100.8	12.1	206.4
BKL met meegroeïend strand	Ja	-87	12.1	-84.8	10.7	152.6
BKL met extreme zeespiegelstijging	Nee	-118	14.1	-116.8	13.7	218.7
BKL met extreme zeespiegelstijging met meegroeïend strand	Ja	-92	12.1	-91.1	11.7	123.5

Naast de waterveiligheid voor de individuele JarKus-raai, is het ook van belang om de continuïteit van het grensprofiel kustlang te verzekeren. In de Delfland-legger is het grensprofiel achter het project langs ingepast en dit komt overeen met de vorige studie (Figuur 4-7; [4]). Hierdoor is het gewenst om het grensprofiel landwaarts in te passen van het project. Door de veranderingen ten op zichten de vorige studie, is dit niet mogelijk volgens de BOI. Dit komt voornamelijk door een verhoging van de  $Z_{nat}$  tot NAP +11.4 m. De kruin van het grensprofiel moet hier namelijk 1.5 m boven liggen en deze was ingepast op NAP +11.4 m (Figuur 4-8).



Figuur 4-7: AHN van de project locatie met in roze de kruin van het huidige grensprofiel [4].



## 4.2 Vervolanalyse waterveiligheid

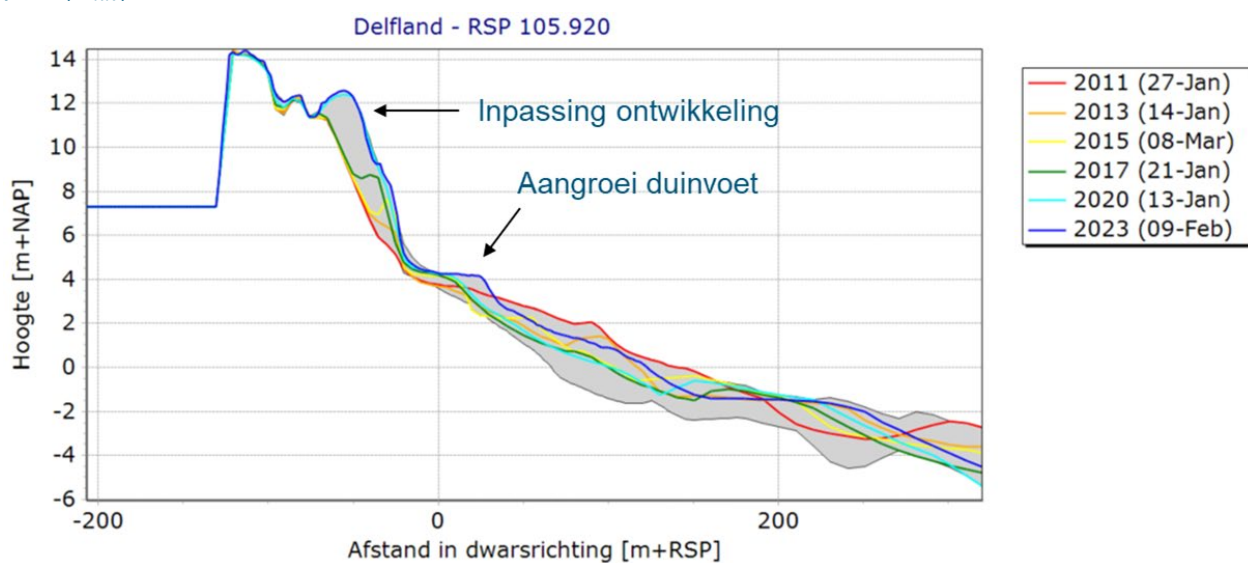
Uit de duinveiligheidsanalyse volgt dat de waterveiligheid gegarandeerd is door de inpassing van het grensprofiel, zeewaarts van het project. Desalniettemin zorgt de zeewaartse inpassing van het grensprofiel niet voor een doorlopend grensprofiel kustlangs. Hierdoor is het wenselijk om het grensprofiel landwaarts in te passen in lijn met de vorige duinveiligheidsanalyse [3]. De inpassing volgens de vorige studie is helaas niet mogelijk volgens de standaard BOI aanpak. Daarom wordt in de huidige paragraaf met meer detail gekeken naar de veranderingen ten opzichte van de vorige studie.

Tabel 4-3 geeft een overzicht van de veranderingen en de gevolgen van de veranderingen op de waterveiligheid t.o.v. de vorige studie. Als eerste hebben de wijzigingen in het beoordelingsinstrumentarium gevolgen op de uitkomst van de duinveiligheidsanalyse. Het nieuwe Xbeach model zorgt voor significant meer nauwkeurigheid door de modellering van fysieke processen (inclusief lange golven) en tijdsafhankelijk rekenen. De berekende erosie vermindert hierdoor significant en het zorgt voor een verhoging van de maatgevende modelparameter  $Z_{nat}$ . Concluderend is er een toenemende mate van waterveiligheid (t.o.v. de vorige studie) door een significant nauwkeuriger model dat leidt tot een vermindering in erosie. Daarnaast zien we een verhoging van  $Z_{nat}$  als gevolg van een hoger en breder resterende eerste duinenrij.

Tabel 4-3: Overzicht van de veranderingen en de gevolgen op de waterveiligheid t.o.v. de vorige studie.

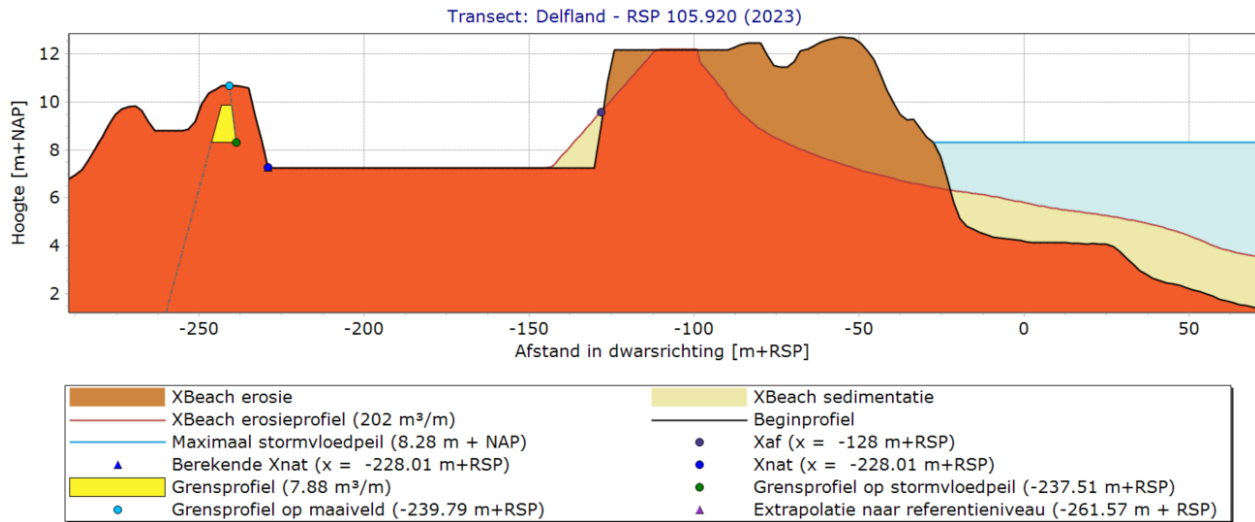
	Verandering	Gevolg
Duros+ t.o.v. Xbeach	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellering fysieke processen i.p.v. evenwichtsprofiel</li> <li>Tijdsafhankelijk i.p.v. piekmoment model</li> <li>Significant nauwkeuriger model</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vermindering erosie</li> <li>Verhoging van <math>Z_{nat}</math></li> </ul>
Morfologische veranderingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbreiding eerste duinenrij</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeewaartse trend <math>X_{nat}</math></li> <li>Verhoging van <math>Z_{nat}</math></li> </ul>

Naast de verandering in beoordelingsinstrumentarium is de morfologie in het gebied ook in ontwikkeling, gedeeltelijk door menselijk handelen en gedeeltelijk door natuurlijke processen. Figuur 4-9 laat de morfologische veranderingen zien in de duin voor enkele jaren tussen 2011 en 2023. Als eerste is te zien dat er sprake is van een natuurlijke dynamiek in het profiel van het strand en de dieper gelegen delen. Daarnaast is er sprake van een uitbouwend plateau rond de duinvoet (~NAP +3-4 m). Hier is geen directe oorzaak voor aan te wijzen, maar zou o.a. te maken kunnen hebben met de zandmotor en suppleties voor deze locatie (strandsuppletie 2010 en vooroever suppletie 2006-2010). Als laatste is er een duidelijke verhoging van de eerste duinenrij als gevolg van zandinpassingen vanaf 2017, afkomstig van de ten zuiden gelegen projectontwikkelingen [3]. Deze veranderingen, voornamelijk de verhoging van de eerste duinenrij, leiden tot een zeewaartse verplaatsing van het natte punt ( $X_{nat}$ ) en de verhoging van het natte punt ( $Z_{nat}$ ).



Figuur 4-9: Morfologische veranderingen in JarKus-raai 105.92 van 2011 tot 2023

Hierdoor kan er geconcludeerd worden dat de huidige duinveiligheidsanalyse tot een verbeterde uitkomst leidt dan de vorige studie. Desalniettemin is de inpassing van het grensprofiel volgens de vorige studie niet mogelijk door de verandering in het natte punt ( $Z_{nat}$ ). Ter illustratie is het extreme stormscenario voor een situatie met een verlaagde eerste duinenrij doorgerekend. Figuur 4-10 laat het profiel zien met de verlaagde eerste duinenrij, het afslagprofiel en de inpassing van het grensprofiel. Het verlagen van de eerste duinenrij heeft als gevolg dat het water gedurende de storm voorbij de eerste duinenrij komt. Hoewel er duidelijk sprake is van een verminderde waterveiligheid, is er een verlaging van het natte punt en is de inpassing van het grensprofiel landwaarts wel mogelijk. Daarom kan er geconcludeerd worden dat de inpassing volgens het oude plan ook voldoet in het geval van een volledige eerste duinenrij en een verhoogd nat punt.



Figuur 4-10: MorphAn resultaat voor JarKus-raai 105.92 (2023) met verlaagde eerste duinenrij voor een 1 in 100.000 jaar storm. Het resultaat laat het afslagprofiel, de maatgevende parameters en het grensprofiel zien.

Samenvattend is er een toegenomen mate van waterveiligheid t.o.v. de vorige studie als gevolg van de vernieuwde methode en morfologische veranderingen rondom de projectlocatie. Daarnaast heeft het verhoogde natte punt ertoe geleid dat het grensprofiel niet meer inpasbaar is volgens de vernieuwde BOI. De vervolg analyse laat echter zien dat de inpassing volgens de vorige studie nog steeds toepasbaar is met een verhoogde waterveiligheid.

## 5 Zandinpassing

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de inpassing van het vrijkomende zand door de inpassing van het project in de duin. Het is hierbij gewenst om het zand terug te brengen in de zeewering en zo dicht mogelijk van de oorspronkelijke JarKus-raai. De hoeveelheid vrijgekomen zand is geschat op 15.325 m<sup>3</sup>. Het vrijgekomen zand kan deels direct rondom het nieuwe gebouw worden verwerkt. Hierbij gaat het om de inpassingen volgens de vorige studie, boven het dek van de parkeergarage en in het tuinvak 6 wat direct aansluit bij de duin (Tabel 5-1).

Tabel 5-1: Hoeveelheden vrijkomend zand en de verdeling over de verschillende locaties.

Totaal vrijkomend zand*	15.678 m <sup>3</sup>
Verwerken: Inpassingsplan vorige studie	6.900 m <sup>3</sup>
Verwerken: dek parkeergarage	750 m <sup>3</sup>
Verwerken vak 6 tuin	1.800 m <sup>3</sup>
Verwerken resterend*	6.228 m <sup>3</sup>

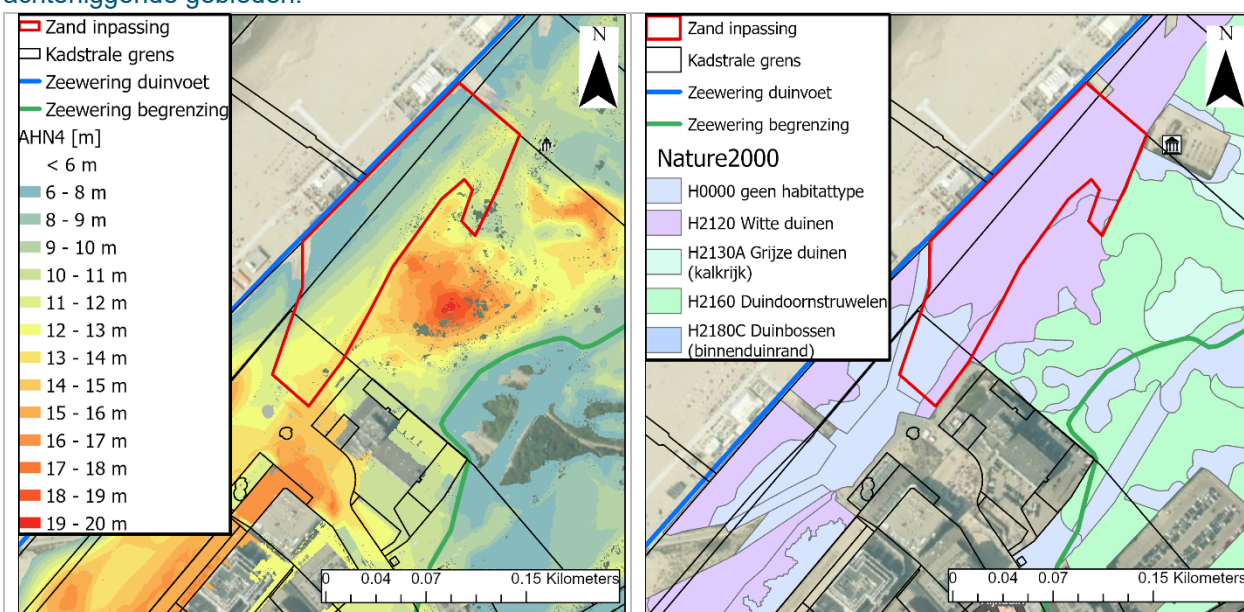
Voor de verwerking van het resterende zand wordt naar het zoekgebied gekeken weergegeven als het rode vlak in Figuur 5-2. Het gebied ligt in de nabijheid van de JarKus-raai, zorgt voor compensatie voor het weghalen van zand rondom de projectlocatie en sluit aan bij de inpassing van vorige projecten. Echter, is het van belang dat er wordt gekeken naar de volgende aspecten om te bepalen of de zandinpassing hier mogelijk is: de eigenaren van de percelen in het gekozen gebied, de ecologische waarde van het gebied (o.a. Natura2000) en de hoogte van het gebied.



Figuur 5-2 laat de omgeving van het project zien met het actuele hoogtebestand Nederland (AHN4), de kadastrale grenzen, de zeeweringgrenzen en de Natura2000 gebieden. Op basis van het hoogtebestand, de grenzen van de zeewering en de Natura2000 gebieden is er een gebied afgebakend wat het meest geschikt lijkt voor de inpassing van het zand. De hoogtekaart en de mate van begroeiing is hier voornamelijk bepalend geweest om de lagergelegen gebieden te gebruiken voor de inpassing van het zand. Het oppervlak van dit zoekgebied beslaat ruwweg 15.000 m<sup>2</sup>. De hoeveelheid in te passen zand is

ongeveer 6.500 m<sup>2</sup> wat leidt tot gemiddelde ophoging van net onder 0.5 m. Echter, is het wenselijk om ruimtelijke variatie aan te brengen in het in te passen zand.

Het gebied beslaat twee soorten Natura2000 habitatten: geen habitattype en Witte duinen. Daarnaast grenst het aan de habitattypes ‘Grijze Duinen’ en ‘Duindoornstruwelen’. De witte duinen worden gekenmerkt door duingebieden met beperkte begroeiing (helm), zou inwaai en stuivend zand [8]. Deze gebieden ontvangen op een natuurlijke wijze veel zand vanaf het strand en bevatten weinig biodiversiteit wat het een geschikte locatie maakt een artificiële invoer van zand. Daarnaast gedijen de aanliggende habitatten bij een lichte overstuiving voor de instandhouding van het verruigde grasland [9]. Daarom is het wenselijk om stuifkuilen aan te brengen in het gebied om zo een positief effect uit te oefenen op de achterliggende gebieden.



Figuur 5-2: Kaart van de omgeving rond het hotel met links de AHN als ondergrond en rechts de Natura2000 habitat types

Daarnaast is er een bureaustudie en biotooptoets uitgevoerd om na te gaan of, en zo ja waar, restricties gelden vanuit aanwezige beschermde ecologische waarden binnen het zoekgebied. Dit heeft aangetoond dat het onaannemelijk is dat met de plannen vaste rust- en verblijfplaatsen worden aangetast van in de Omgevingswet beschermde soorten [10]. Tabel 5-2 laat het overzicht zien van de ecologische bureaustudie. Hiermee kan geconcludeerd worden dat nadelige effect op beschermde flora en fauna uitgesloten zijn en nader onderzoek niet noodzakelijk is. Uiteraard blijft de specifieke zorgplicht van de Omgevingswet altijd van toepassing bij de uitvoering van de werkzaamheden.

Tabel 5-2: Overzicht van de ecologische bureaustudie

Soort(groep)	Ingreep verstorend	Nader onderzoek	Omgevingsvergunning	Bijzonderheden/opmerkingen
Vleermuizen	Nee	Nee	Nee	Geen beschermde soorten aanwezig.
Grondgebonden zoogdieren	Nee	Nee	Nee	Geen beschermde soorten aanwezig.
Vogels	Nee*	Nee	Nee	* Hou rekening met het broedseizoen.
Amfibieën en reptielen	Nee	Nee	Nee	Geen beschermde soorten aanwezig.
Vaatplanten	Nee	Nee	Nee	Geen beschermde soorten aanwezig.
Overige soorten	Nee	Nee	Nee	Geen beschermde soorten aanwezig.

## 6 Conclusie

Dit rapport presenteert de resultaten van een studie naar de waterveiligheid van het project Kijkduin 'Duinhil'. De studie maakt gebruik van het duinveiligheidsmodel in MorphAn, dat de duinafslag en de overstromingskans voor een zandige waterkering berekent. De studie houdt rekening met de hydraulische belastingen onder verschillende toekomstscenario's, het kustprofiel en de inpassing in de omgeving van de projectlocatie. De studie concludeert dat:

- Het nieuwe beoordelingsinstrumentarium leidt tot vermindering in erosie en dus toenemende waterveiligheid t.o.v. de vorige studie,
- De morfologische veranderingen in de omgeving hebben een positief effect op de waterveiligheid van de projectlocatie,
- De waterveiligheid kan gegarandeerd worden volgens de inpassing van het grensprofiel op basis van het inpassingsplan van de vorige studie,
- De impact van het project kan gereduceerd worden door inpassing van het zand in de eerste duinenrij nabij de projectlocatie. De haalbaarheid van deze inpassingslocatie moet nader onderzocht worden in nauwe samenspraak met de eigenaren en betrokkenen. Indien deze locatie haalbaar is moet het ontwerp nader uitgewerkt worden.

## 7 Referenties

- [1] Rijkswaterstaat, Handleiding Overstromingskansanalyse Zandige waterkeringen, Rijkswaterstaat, 2023.
- [2] Deltares, MorphAn Gebruikershandleiding, Deltares, 2023.
- [3] Arcadis, „Gebiedsontwikkeling Kijkduin - Integrale beschouwing waterveiligheid,” Arcadis, 2018.
- [4] Arcadis, „Waterveiligheid parkeerkelder Atlantic Hotel 11042018,” Arcadis, 2018.
- [5] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, „Leidraad Zandige Kustq,” Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 2002.
- [6] Rijkswaterstaat WVL, „Systeemanalyses Waterveiligheid - Deelrapport Zandige Waterkeringen Kust,” Kennisprogramma Zeespiegelstijging - Spoor 2, 2023.
- [7] KNMI, „KNMI National Climate Scenarios 2023 for the Netherlands,” KNMI, De Bilt, 2023.
- [8] Natura 2000 - Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, „Profiel Habitatype 2120,” Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2008.
- [9] Natura 2000 - Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, „Profiel Habitatype 2130,” Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2008.
- [10] ABO-Milieuconsult B.V., „Flora- en Faunaonderzoek Den Haag te Kijkduin,” ABO-Milieuconsult B.V., Breda, 2024.